

АНОМАЛЬНАЯ КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В КОМПЛЕКСНОЙ ПЛАЗМЕ РАДИОЧАСТОТНОГО РАЗРЯДА В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ: ЭКСПЕРИМЕНТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

ANOMALOUS KINETIC TEMPERATURE OF THE DUST PARTICLES IN COMPLEX PLASMA OF THE RF DISCHARGE UNDER MICROGRAVITY CONDITIONS, EXPERIMENT AND SIMULATION

Жуховицкий Д.И., Наумкин В.Н., Хуснулгатин А.И., Молотков В.И.,
Липаев А.М.

*Объединенный институт высоких температур Российской академии наук,
Россия, 125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2, dmr@ihed.ras.ru*

С использованием установки РК-3 Plus на борту Международной космической станции исследована кинетическая энергия частиц, составляющих пылевой кристалл. Кинетическая температура частиц оказывается почти на два порядка выше температуры их материала. В результате численного моделирования получена среднеквадратичная амплитуда их колебаний близкая к определенной в эксперименте.

The average kinetic energy of particles in the dust crystal is investigated using the PK-3 Plus laboratory onboard the International Space Station. The particle kinetic temperature proves to be almost two orders of magnitude higher than the temperature of their material. Simulation of the particle oscillations leads to the rms oscillation amplitude close to that determined in the experiment.

Исследуется средняя кинетическая энергия пылевых частиц в сильно неидеальной комплексной плазме, полученной на установке РК-3 Plus на борту Международной космической станции. Для определения координат частиц в трехмерном пылевом облаке используется метод оптической диагностики с оригинальным алгоритмом обработки полученных в ходе эксперимента видеозаписей. В типичных условиях эксперимента подсистема частиц представляет собой пылевой кристалл, в котором частицы колеблются вблизи центров ячеек Вигнера–Зейтца. Эти колебания не зависят от координаты и направления. Кинетическая температура частиц оказывается аномально высокой, превышая температуру вещества частиц почти на два порядка. Численное моделирование аномального нагрева частиц производится в предположении о том, что источником случайной силы, действующей на частицы, являются флуктуации их заряда. Результаты моделирования показывают, что типичное отклонение частиц от центра должно превосходить 10% радиуса ячейки Вигнера–Зейтца, что находится в согласии с данными эксперимента. Параметр неидеальности пылевого кристалла, рассчитанный по кинетической температуре, оказывается близким к 100. С учетом результатов численного моделирования однокомпонентной плазмы это указывает на то, что система находится недалеко от бифуркации фазового перехода кристалл–жидкость. Этот вывод подтверждается тем, что наблюдаемый в эксперименте пылевой кристалл плавится при малом изменении параметров плазмы.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант №14-12-01235.